

Helsinki 11.1.2005

E T U O I K E U S T O D I S T U S
P R I O R I T Y D O C U M E N THakija
ApplicantAsperation Oy
EspooPatenttihakemus nro
Patent application no

20035223

Tekemispäivä
Filing date

27.11.2003

Kansainvälinen luokka
International class

G02B

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Piirilevy ja menetelmä sen valmistamiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski
ApulaistarkastajaMaksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A
P.O.Box 1160
FIN-00101 Helsinki, FINLANDPuhelin: 09 6939 500
Telephone: + 358 9 6939 500Telefax: 09 6939 5328
Telefax: + 358 9 6939 5328

Piirilevy ja menetelmä sen valmistamiseksi

5 Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu piirilevyyn jossa on ainakin yksi alustakerros ja ainakin yksi optinen kanava. Keksintö kohdistuu lisäksi menetelmään piirilevyn valmistamiseksi, jossa piirilevyyn muodostetaan ainakin yksi alustakerros ja ainakin yksi optinen kanava. Keksintö kohdistuu vielä menetelmään piirilevyn kerroksen valmistamiseksi jatkuvana prosessina, jossa piirilevyyn muodostetaan ainakin yksi alustakerros ja ainakin yksi optinen kanava.

15 On tunnettua valmistaa piirilevyjä, joissa sähköisten signaalien lisäksi siirretään optisia signaaleita. Optisten signaalien siirto on järjestetty joko erillisinä optisina komponentteina, kuten optisten kuitujen avulla, tai piirilevyyn on muodostettu optisia piirilevykerroksia, optisia aaltojohteita tai vastaavia, joiden avulla optisia signaaleita siirretään optisten lähettimien ja vastaanottimien välillä. Piirilevysubstraattimateriaaleina käytetään mm. lasikuitu-polyimidilevyä, PTFE-levyä tai lasikuitu-epoksilevyä. Piirilevyyn muodostetaan optiset aaltojohteet esimerkiksi siten, että piirilevyn pintaan kaiverretaan ura, johon muodostetaan optinen kanava esim. valamalla uraan sulaa massaa, joka jäähtyessään kiinteytyy ja muodostuu valoa johtavaksi. Eräänä ongelmana tällaisessa järjestelyssä on se, että optisen kanavan lämpölaajenemiskerroin voi merkittävästikin poiketa piirilevyn lämpölaajenemiskertoimesta. Tällöin ympäristölämpötilan vaihtelut voivat aiheuttaa jännitystiloja optisen kanavan ja piirilevyn väliin. Lisäksi optisen kanavan yhteyteen tulevien optisten lähettimien ja optisten vastaanottimien kiinnittäminen sekä mahdollisimman häviöttömän optisen signaalin kulun aikaansaaminen optisen kanavan ja optisen lähtimen ja optisen vastaanottimen välillä on hankalaa tunnetun tekniikan mukaisia ratkaisuja sovellettaessa.

35 Nyt esillä olevan keksinnön eräänä tarkoituksena on nostaa alalla valitsevaa tekniikan tasoa ja aikaansaada menetelmä piirilevyn valmistamiseksi sekä piirilevy. Keksintö perustuu siihen ajatukseen, että muodostetaan piirilevyyn ainakin yksi muovikerros ja siihen muodostetaan ainakin yksi optinen kanava. Täsmällisemmin ilmaistuna nyt esillä ole-

van keksinnön mukaiselle piirilevylle on pääasiassa tunnusomaista se, että ainakin yksi piirilevyn alustakerros on muodostettu muovista, ja alustakerroksen muotoilussa on käytetty muottia, että alustakerrokseen on muotoiltu optisen kanavan muotoa olennaisesti vastaava muoto, ja
 5 että optinen kanava on muodostettu mainittuun alustakerrokseen muotoiltuun muotoon. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle valmistusmenetelmälle on pääasiassa tunnusomaista se, että ainakin yksi piirilevyn alustakerros muodostetaan muovista, ja alustakerroksen muotoilussa käytetään muottia, jolla alustakerrokseen muotoillaan opti-
 10 sen kanavan muotoa olennaisesti vastaava muoto, ja että optinen kanava muodostetaan alustakerrokseen muotoiltuun muotoon. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle menetelmälle piirilevyn valmistamiseksi jatkuvana prosessina on pääasiassa tunnusomaista se, että ainakin yksi piirilevyn alustakerros muodostetaan muovista, ja alustakerroksen
 15 muotoilussa käytetään muottia, jolla alustakerrokseen muodostetaan optisen kanavan muotoa olennaisesti vastaava muoto, ja että optinen kanava muodostetaan alustakerrokseen muotoiltuun muotoon.

Nyt esillä olevalle keksinnöllä saavutetaan merkittäviä etuja tunnetun tekniikan mukaisiin ratkaisuihin verrattuna. Keksinnön mukaisessa piirilevyssä saadaan optisen kanavan ja piirilevyn lämpölaajenemiskertoimet olennaisesti samansuuruisiksi, jolloin lämpötilavaihtelut eivät merkittävästi aiheuta jännitystiloja tällaiseen piirilevyyn. Lisäksi signaalin kytkeytyminen optisen kanavan ja optisen lähettimen/vastaanottimen välillä saadaan tehokkaaksi, koska kanavan, ja kytkentäelementin (esim. viistepinta) muotoilu voidaan suorittaa jo muottisuunnittelussa, jolloin kanavalle saadaan valmistusvaiheessa haluttu muotoilu ilman erillisiä työvaiheita. Lisäksi alustan materiaali voidaan valita siten, että se täyttää optisen kanavan kuorikerroksen (cladding) vaatimukset, näin
 20 ollen mahdollistaen erillisen kuorikerroksen poisjättämisen ja oleellisesti yksinkertaisemman rakenteen ja valmistusmenetelmän. Lisäksi optinen kerros voi toimia sähköisten kytkentöjen alustana ja erillistä välikerrosta ei tarvita optisen ja sähköisen kerroksen toisiinsa liittämiseksi. Kestomuovin käyttö piirilevysubstraattina mahdollistaa myös
 30 suhteellisen helpon työstettävyyden esim. kuumavalu-, ruiskuvalu- ja mekaanisten työstömenetelmien avulla. Keksinnön mukaisen piirilevyn

valmistuksessa käytettävät materiaalit ovat kierrätettäviä. Keksinnön mukaiselle piirilevylle on lisäksi mahdollista muodostaa erittäin pienikokoisia sähköisiä ja optisia läpivientejä (engl. microvia) minkä tahansa kerrosten välille.

5

Seuraavassa keksintöä selostetaan tarkemmin viitaten samalla oheisiin piirustuksiin, joissa

- 10 kuva 1 esittää keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisen piirilevyn rakennetta päältäpäin katsottuna,
- kuva 2 esittää pelkistetysti erästä optisen kanavan rakennetta poikkileikkauksena,
- 15 kuva 3a esittää pelkistettynä poikkileikkauksena keksinnön erään kolmannen edullisen suoritusmuodon mukaisen piirilevyn rakennetta, jossa on toteutettu eräs edullinen optisen kanavan rakenne,
- 20 kuva 3b esittää pelkistettynä poikkileikkauksena keksinnön erään neljännen edullisen suoritusmuodon mukaisen piirilevyn rakennetta, jossa on toteutettu eräs toinen edullinen optisen kanavan rakenne,
- 25 kuva 3c esittää keksinnön vielä erään edullisen suoritusmuodon mukaisen piirilevyn rakennetta päältäpäin katsottuna,
- kuva 4a esittää keksinnön vielä erään edullisen suoritusmuodon mukaisen piirilevyn rakennetta päältäpäin katsottuna, ja
- 30 kuva 4b esittää kuvan 1a mukaisen piirilevyn rakennetta pelkistettynä poikkileikkauksena kohdasta A—A.

- 35 Seuraavassa esimerkissä kuvataan keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisen valmistusmenetelmän vaiheita kuvien 1a ja 1b mukaisen piirilevyn 1 valmistamiseksi. On selvää, että tässä esitetty

esimerkki on vain eräs mahdollinen piirilevyrakenne, mutta käytännön sovelluksissa voidaan toteuttaa hyvinkin erilaisia piirilevyjä. Kuvassa 1a on keksinnön havainnollistamiseksi esitetty vain joitakin komponentteja 7, 8, 9 sekä optisia kanavia 3 ja sähköisiä johdotuksia 5. Kerrosten
 5 sekä piirilevyille sijoitettavien komponenttien lukumäärä voi vaihdella käytännön sovelluksissa.

Kuvassa 1 on esitetty piirilevyrakenne, joka koostuu tavanomaisesta alustakerroksesta 2, johon on muodostettu johdotuksia 5 sekä optisia
 10 kanavia 3. Seuraavaksi kuvataan piirilevyn 1 valmistusvaiheita pelkistetysti. Nyt esillä olevan keksinnön mukaisen piirilevyn alustakerrokset 2 (substraattikerrokset) valmistetaan kestopuovista (engl. thermoplast, thermoplastic resin) valamalla. Tätä tarkoitusta varten valmistetaan valumuotti (ei esitetty), johon on muodostettu piirilevyille haluttu muoto
 15 ns. negatiivina. Kuvan 1 esimerkkipiirilevyyn muodostetaan optinen kanava 3 alustakerroksen 2 yhteyteen. Tämä voidaan toteuttaa usealla eri tavalla. Eräs mahdollisuus on, että alustakerroksen muodostamisen jälkeen kaiverretaan piirilevyn pintaan optiselle kanavalle 3 haluttu muoto. Tämän jälkeen kaiverrettuun kohtaan valutetaan sulaa muovia
 20 tai muuta viskoottisessa tilassa olevaa ainetta, joka jähmettyttyään on valoa johtavaa. Tällöin jähmettynyt aine muodostaa halutun optisen kanavan 3. Eräs toinen mahdollisuus on toteuttaa optinen kanava alustakerroksen valmistuksen yhteydessä. Tällöin alustakerroksen 2 valmistusmuottiin muodostetaan edullisesti muotista irrotettavissa
 25 oleva, optiselle kanavalle haluttua muotoa vastaava negatiivikuvio tai valmistetaan kaksi muottia, jotka ovat muuten olennaisesti identtisiä, mutta toisesta puuttuu kanavan muodostava muoto, kuten harjanne. Tällöin valumuottiin valetaan ensin alustakerroksen muodostavaa sulatettua muovia, minkä jälkeen alustakerrokseen 2 on muodostunut tila
 30 optista kanavaa 3 varten. Tämän jälkeen muottia muutetaan tai alustakerros siirretään toiseen muottiin siten, että optinen kanava voidaan valmistaa valuttamalla/ruiskuttamalla muottiin optisen kanavan muodostukseen soveltuvaa muovia. Tämän vaiheen jälkeen, kun myös optisen kanavan muodostava muovi on jähmettynyt, on alustakerros 2
 35 valmis sisältäen myös optisen kanavan 3.

- Kestomuovin käyttö mahdollistaa myös kaksi- tai useampikomponenttisen ruiskuvalun käyttämisen sellaisen piirilevyn valmistuksessa, johon muodostetaan yksi tai useampi optinen kanava. Kaksikomponenttiruiskuvalussa ruiskutetaan ensin muottiin ensimmäistä komponenttia (esim. alustakerroksen muodostavaa sulatettua kestomuovia) ensimmäistä ruiskutuskanavistoa pitkin. Tämän jälkeen ensimmäisen komponentin annetaan jäähtyä, minkä jälkeen muottia muutetaan ja suoritetaan toisen komponentin ruiskuttaminen (esim. optisen kanavan muodostava sulatettu kestomuovi) toista ruiskutuskanavistoa pitkin.
- 5 Toisen komponentin jäähtyttyä riittävästi voidaan muotti avata ja poistaa valmistettu kappale (piirilevy tai yksi sen alustakerros) muotista.
- 10

- Alustakerrokseen 2 voidaan muodostaa kanavaa varten syvennys myös kuumapainotekniikalla, jossa myös käytetään muottia, esim. teräsmuottia. Muotin pintaan on työstetty alustakerrokselle halutun pintarakenteen käänteinen rakenne, eli pintarakenteen negatiivi. Alustakerros 2 muotoillaan kestomuovisesta tai kertamuovipreprestä (osittain kovetettu kertamuoviaihiio) valmistetusta piirilevyaihiosta kuumapainamalla, jolloin muottia tai piirilevyaihiota lämmitetään piirilevyaihion muokkautuvuuden parantamiseksi. Tämän jälkeen muottia puristetaan piirilevyaihiota vasten, jolloin muotin pintakuvio kopioituu käänteisenä piirilevyaihion pintaan. Piirilevyaihiota jäähdytetään, minkä jälkeen piirilevyn pintaa voidaan täydentää tarvittaessa esim. lisäämällä optista ainetta niihin kohtiin, joihin optisia signaalireittejä eli optisia kanavia 3 on tarkoitus valmistaa. Nämä optiset signaalireitit 3 on siis toteutettu tekemällä muottiin vastaava kohokuviointi. Menetelmä on luonnollisesti myös käännettävissä siten, että urien sijasta substraatille muodostetaan harjanteita, joita myöten optinen signaali johdetaan. Tällöin muottiin muodostetaan vastaavasti urat, jotka sitten kopioituvat negatiivisena substraatin pintaan.
- 15
- 20
- 25
- 30

- Alustakerroksen 2 sekä siihen muodostettavan yhden tai useamman optisen kanavan 3 valmistuksessa käytettävään muottiin voidaan muodostaa hyvinkin tarkkoja yksityiskohtia. Tämä mahdollistaa monipuolisten optisten ominaisuuksien aikaansaamisen optiseen kanavaan. Muotin avulla voidaan valmistaa suhteellisen tarkasti esimerkiksi dif-
- 35

- fraktiivinen tai refraktiivinen pintahila, jossa pienimpien yksityiskohtien koko on alle yksi mikrometri. Lisäksi optisen kanavan päätepisteisiin voidaan keksinnön mukaisella menetelmällä toteuttaa optisen signaalin kääntämisessä tarvittavat rakenteet (peili, pintahila tms). Esimerkiksi
- 5 kuvassa 2 on esitetty poikkileikkauksena erästä optisen kanavan rakennetta, jossa nämä päätepisteissä olevat optisen signaalin kääntörakenteet 4 ovat nähtävissä. Tässä esimerkissä kääntörakenteet 4 on toteutettu viisteinä optisten kanavien päätepisteissä, mutta myös muita
- 10 muotoja voidaan käyttää, esim. kaarevaa muotoa, jolla on polttopiste esimerkiksi alustakerroksen 2 pinnan tasolla tai hieman sen ulkopuolella. Kun tähän kohtaan sijoitetaan optinen lähetin tai optinen vastaanotin, saadaan se sijoitettua hyvin lähelle ao. polttopistettä, jolloin optiset signaalihäviöt saadaan joissakin tapauksissa pienemmiksi kuin viistolla peilirakenteella. Kääntörakenteen 4 pinta voidaan tarvittaessa käsitellä
- 15 optista signaalia heijastavaksi esim. pinnoittamalla muotissa muotoillun piirilevyaihion pinta kääntörakenteen 4 kohdalta sopivalla optisilla signaaleja heijastavalla materiaalilla. Pinnoittaminen on kuitenkin tehtävä ennen optisen kanavan täyttämistä optisella aineella.
- 20 Joissakin tapauksissa optinen kanava 3 muodostetaan sellaiseksi, jossa on ydinkerros sekä tätä reunustava ns. kuorikerros. Ydinkerroksen ja pintakerroksen taitekertoimet poikkeavat toisistaan siten, että ydinkerroksessa viistosti kulkeva säde ei pääse kuorikerrokseen vaan heijastuu takaisin kohti ydinkerroksen keskiosaa, mikäli tulokulma ei
- 25 ole suurempi kuin kokonaisheijastuksen raja-kulma. Tällaisesta rakenteesta käytetään myös englanninkielistä nimitystä Core-Cladding -rakenne. Tällaisen rakenteen aikaansaamiseksi valmistetaan optinen kanava esim. kahdessa vaiheessa siten, että ensimmäisessä vaiheessa valetaan kuorikerros ja toisessa vaiheessa valetaan kuorikerroksen vä-
- 30 liin tuleva ydinkerros. Kuvassa 3a on esitetty eräs esimerkki tällaisesta rakenteesta. Parhaan optisen toiminnan varmistamiseksi tulisi kuorikerroksen ympäröidä ydinkerrosta kauttaaltaan optisen kanavan poikkileikkaussuunnassa tarkasteltuna, jotta optinen signaali pysyisi paremmin ydinkerroksen sisällä. Tällöin on edullista ja joissakin sovelluksissa
- 35 jopa välttämätöntä, lisätä kuvan 3a rakenteeseen optinen kerros sekä ylä- että alapuolelle. Tämän lisättävän optisen kerroksen taitekertoimen

tulisi olla mahdollisimman lähellä kuorikerroksen 3.1 taitekerrointa. Keksinnön mukaisella menetelmällä on kuitenkin mahdollista muutenkin kuin optiset kerrokset lisäämällä valmistaa optinen kanava, jossa ydinkerros on poikkileikkaussuunnassa ympäröity kuorikerroksella.

5 Tämä aikaansaadaan esim. siten, että muodostetaan optisen kanavan osia useaan alustakerrokseen, jotka asetetaan päällekkäin. Esimerkiksi kolmella päällekkäin asetetulla alustakerroksella voidaan aikaansaada mm. kuvan 3b poikkileikkauksen mukainen optinen kanava, jossa ensimmäiseen 2.1 ja kolmanteen alustakerrokseen 2.3 on muodostettu

10 optisen kanavan 3 kuorikerrosta 3.1 ja näiden alustakerrosten 2.1, 2.3 väliin sijoitettuun toiseen alustakerrokseen 2.2 on muodostettu optisen kanavan 3 ydinkerros 3.2, joka vielä on reunustettu kuorikerroksella 3.1. Toinen mahdollisuus on muodostaa kanava hiukan suuremmaksi ja levittää kuorikerros kanavan reunoille esimerkiksi spinnaamalla ennen ytimen valamista ja kanavan päälle ytimen valun jälkeen. Tällöin

15 koko kanava saadaan toteutettua yhteen kerrokseen. Kolmantena vaihtoehtona alusta voidaan valmistaa kuorimateriaalista, jolloin ytimen painamisen ja täyttämisen jälkeen tarvitaan vain esim painamalla tai spinnaamalla levitetty yläkuori.

20 Edellä kuvattua monikerrosrakennetta voidaan soveltaa myös optisten signaalien siirtämiseen alustakerrosten välillä esim. seuraavasti. Kohtaan, jossa optisia signaaleita on tarkoitus siirtää kerrosten välillä, toteutetaan näiden alustakerrosten optiseen kanavaan signaalia kääntävät rakenteet (viisteet, hilat tms.). Tätä on esitetty oheisessa kuvassa

25 3c, jossa optisia signaaleita siirretään ensimmäisestä alustakerroksesta 2.1 toisen alustakerroksen 2.2 läpi kolmanteen alustakerrokseen 2.3. Kääntörakenteet 4 on muodostettu sekä ensimmäiseen alustakerrokseen 2.1 että kolmanteen alustakerrokseen 2.3. Toisessa alustakerroksessa 2.2 on vastaavalla kohdalla alustakerroksen pintaan nähden olennaisesti poikittaissuuntainen optinen kanava 3.3, joka on muodostettu esim. siten, että toisen alustakerroksen 2.2 valmistuksessa käytettyyn piirilevyaihioon on muodostettu reikä, joka on täytetty optisella

30 aineella.

Kuvissa 4a ja 4b on esitetty vielä eräs edullinen piirilevy, joka on valmistettu keksinnön mukaisella menetelmällä. Piirilevy käsittää alustakerroksen 2, johon on muodostettu optinen kanava 3. Tässä esimerkiksi optinen kanava 3 on piirilevyn 1 tason suunnassa olennaisesti ellipsin muotoinen. Ellipsillä on kaksi polttopistettä 6.1, 6.2. Polttopisteisiin 6.1, 6.2 on muodostettu kääntörakenteet 4.1, 4.2, joilla optisen signaalin kulkusuuntaa muutetaan n. 90°. Kääntörakenne 4.1, 4.2 on edullisesti esim. olennaisesti ympyräkartion tai suoran viisteen muotoinen. Ensimmäisen polttopisteen 6.1 yhteyteen sijoitetaan esim. optinen lähetin 7. Tästä optisesta lähettimestä 7 lähetetään optisia signaaleita, jotka suunnataan kohti piirilevyn pintaa, ensimmäiseen kääntörakenteeseen 4.1. Tämä ensimmäinen kääntörakenne aikaansaa optisten signaalien kääntymisen olennaisesti optisen kanavan suuntaisiksi. Koska ensimmäinen kääntörakenne 4.1 on sijoitettu mahdollisimman tarkoin ellipsin yhteen polttopisteeseen, optiset signaalit kulkeutuvat optisessa kanavassa ellipsimuodon määrittämään toiseen polttopisteeseen 6.2. Tämän toisen polttopisteen 6.2 yhteydessä on vastaava toinen kääntörakenne 4.2, joka kääntää toiseen polttopisteeseen tulevat optiset signaalit n. 90°, eli ne suuntautuvat olennaisesti kohtisuorassa piirilevyn pintaan nähden pois optisesta kanavasta toisen kääntörakenteen kohdalle sijoitettuun optiseen vastaanottoimeen 8. Tällä tavoin järjestettynä voidaan jopa voimakkaasti divergoivista lähteistä tulevia optisia signaaleja siirtää piirilevyyn 1 muodostetussa optisessa kanavassa 3 suhteellisen pienihäviöisesti.

Kuvissa 4a ja 4b esitetty piirilevy voidaan valmistaa keksinnön mukaisesti esim. kuumapainotekniikalla. Tällöin valmistetaan muotti, jossa piirilevyaihion pintarakenne on toteutettu käänteisesti. Tällöin olennaisesti ellipsin muotoisen optisen kanavan sijoituskohdassa on kohouma, jonka reunojen muoto noudattaa mahdollisimman tarkoin ellipsiä. Polttopisteiden 6.1, 6.2 kohdalla on vastaavasti olennaisesti ympyräkartion muotoinen kuoppa. Painamisen jälkeen on piirilevyaihioon muodostunut olennaisesti ellipsin muotoinen kuoppa, ja ellipsimuodon kumpaankin polttopisteeseen on muodostunut olennaisesti ympyräkartion muotoinen kohouma. Nämä polttopisteissä olevat kohoumat pinnoitetaan heijastavalla pinnoitteella, minkä jälkeen ellipsin muotoinen kuoppa

- voidaan täyttää optisella aineella optisen kanavan muodostamiseksi. Kanava voidaan myös tarvittaessa muodostaa erillisenä osana, joka liitetään syvennykseen esimerkiksi liimaamalla, hitsaamalla tai muulla kiinnitysmekanismeilla. Tämä mahdollistaa myös kytkentäelementin toteuttamisen syvennyksenä kanavan pohjassa, jolloin viisteen alapuolelle muodostuu tyhjä ilmatasku. Viisteen muovi-ilma –rajapinta mahdollistaa kokonaisuheijastavan peilirakenteen, joka on hyötysuhteeltaan erinomainen eikä vaadi mitään pinnoitusta tms.
- 10 Keksinnön mukainen piirilevy voidaan valmistaa myös siten, että yksi tai useampi alustakerros valmistetaan optisesta materiaalista. Tähän optiseen alustakerrokseen voidaan sitten valmistaa esim. urat optisten kanavien kohdalle. Nämä urat täytetään toisella optisella materiaalilla, jonka taitekerroin poikkeaa alustakerroksen taitekertoimesta siten, että
- 15 muodostuu edellä kuvattu ydinkerros-kuorikerrosrakenne. Kuorikerroksen muodostaa tällöin koko alustakerros. Tässä vaihtoehdossa on se etu, että alustakerrokseen ei tarvitse valmistaa erillistä kuorikerrosta.
- Kuten jo aikaisemmin tässä selityksessä on todettu, kuumapainotekniikka, ruiskuvalu ja muut kestopuovien valmistus- ja työstötavat ja kestopuovien käyttö piirilevyn alustamateriaalina mahdollistaa erittäin tarkkojen yksityiskohtien aikaansaamisen piirilevyyn. Tällöin edellä kuvatun kaltaisten geometrinen muotojen muototarkkuus ja sijoittelutarkkuus ovat erittäin hyvät, mikä mahdollistaa tunnettua tekniikkaa parempien ja pienempihäviöisten optisten sovellusten toteuttamisen piirilevyn yhteydessä samassa valmistusprosessissa.
- 20 Keksinnön mukaisella menetelmällä valmistettuja alustakerroksia 2 voidaan sijoittaa päällekkäin monikerrospiirilevyjen valmistamiseksi.
- 30 Optisia kanavia voi olla yhdessä tai useammassa monikerrospiirilevyn alustakerroksessa 2. Tarkka valmistusprosessi mahdollistaa mm. erittäin pienikokoisten läpivientien muodostamisen tällaiseen monikerrospiirilevyyn. Läpivientejä voidaan muodostaa minkä tahansa kerrosten välille esim. kahden tai useamman sisäkerroksen välille ja/tai pintakerroksen ja jonkin sisäkerroksen välille ja/tai pintakerrosten välille.
- 35 Kestomuovien suhteellisen alhaisesta sulamislämpötilasta johtuen voidaan

monikerrospiirilevy rakentaa kerros kerrokselta siten, että sähköisiä komponentteja voi olla sijoitettuna alustakerrokseen, mikä perinteisten piirilevyn valmistustekniikoiden yhteydessä käytettävistä suhteellisen korkeista lämpötiloista johtuen ei ole ollut mahdollista.

5

Muotin avulla tapahtuva piirilevyn 1 alustakerrosten 2 valmistus mahdollistaa suurten tuotantosarjojen valmistamisen samalla muotilla. Tällöin päästään pieniin valmistustoleransseihin. Lisäksi erityisesti kuumapainotekniikassa voidaan soveltaa jatkuvatoimisia painomenetelmiä
 10 kuten ns. rullalta rullalle -tekniikoita, jolloin piirilevyaihiota syötetään rullasta muottiin, jossa tapahtuu pintakuvion painaminen. Muotissa painamisen jälkeen valmiita piirilevyaihiota voidaan tämän jälkeen rullata toiselle rullalle, josta piirilevyaihiot voidaan leikata rullasta omana prosessinaan tai jopa laminoida yhteen toisten kerrosten kanssa monikerroslevyksi.
 15

Alustakerros 2 voidaan myös päällystää metalloinnilla sähköisten johdotusten muodostamiseksi alustakerroksen 2 pintaan optisten kanavarakenteiden lisäksi. Metallointi voidaan tehdä esimerkiksi höyrystämällä
 20 ja/tai kasvattamalla alustakerroksen 2 päälle esim. kupari tai alumiinikerros joko ennen optisen rakenteen muodostamista tai sen jälkeen. Johdinkuviointi voidaan tehdä joko subtraktiivisena prosessina, jolloin alustakerroksen 2 pinta ensin metalloidaan olennaisesti kauttaaltaan, tai additiivisena prosessina, jolloin alustakerroksen 2 pintaan muodos-
 25 tetaan ensin maski, joka määrittää halutun johdinkuvion. Maskin levittämisen jälkeen suoritetaan metallointi, jossa metallikerros muodostuu vain sellaisiin kohtiin piirilevyn pintaa, jossa maskia ei ole. Vielä eräänä mahdollisuutena johdinkuviointien muodostamiseen on esim. silkipainotekniikan käyttö. Tällöin silkipainolla painetaan alustakerroksen 2
 30 pintaan johdinkuviointi. Tätä painettua johdinkuviointia voidaan tarvittaessa kasvattaa esim. elektrolyysillä.

Piirilevyn 1 valmistus voidaan suorittaa kerroksittain valmistaen kukin piirilevykerros (alustakerros 2) erikseen siten, että esim. kunkin alustakerroksen yhdellä puolella sijaitsevaan johdinkerrokseen suoritetaan
 35 halutun johdinkuvioinnin muodostus esimerkiksi etsausprosessissa.

Alustakerrokset niputetaan päällekkäin ja kunkin alustakerroksen väliin asetetaan eristekerros (ei esitetty oheisissa kuvissa). Tämän eristekerroksen tehtävänä on estää oikosulku vierekkäin olevien alustakerrosten johdotusten välillä ja toisaalta kiinnittää alustakerrokset toisiinsa. Eristekerroksena käytetään esimerkiksi samaa materiaalia kuin alustakerroksissa, mutta joka ei vielä ole täysin kovettunut. Mikäli kahden päällekkäin asetettavan alustakerrosten väliin muodostetaan olennaisesti koko piirilevyn kattava optinen kerros, ei välttämättä tarvita eristekerrosta alustakerroksen ja optisen kerroksen välillä, vaan optinen kerros toimii sähköä eristävänä kerroksena.

Lähettimen 7 ja vastaanottimen 8 sähköiseksi kytkemiseksi kiinnitetään tarvittavat johdotukset 5 lähettimelle 7 ja vastaanottimelle 8. Kuvassa 1 on selvyuden vuoksi esitetty vain osa tällaisista johdotuksista. Kuvassa on esitetty lähettimen 7 ohjauspiiri 9, jossa muodostetut sähköiset ohjaussignaalit johdetaan johdotusten 5 kautta lähettimen 7 ohjauksessa käytettävään yhteen tai useampaan liitäntänastaan 7.1.

Optisena lähtimenä soveltuu käytettäväksi esimerkiksi puolijohdevalolähde, kuten puolijohdelaser, valoa emittoiva diodi (LED), tai vastaava. Eräs edullinen puolijohdelaser keksinnön yhteydessä käytettäväksi on ns. pintaemittioiva laser (VCSEL, Vertical Cavity Surface Emitting Laser). Tällaisessa puolijohdelaserissa valon emittointisuunta on pinnan normaalin suuntaan, eli olennaisesti kohtisuorassa suunnassa puolijohdelaserin asennusalueeltaan nähdessä. Tällöin emittoituva valo saadaan helposti kohdistettua esim. kääntörakenteeseen 4.

Keksinnön mukaisella menetelmällä voidaan toteuttaa myös kolmiulotteisia rakenteita. Keksinnön mukaisella menetelmällä toteutettu piirilevy voi toimia myös laitekotelona tai osana sitä. Tällaisessa sovelluksessa muodostetaan tarvittavat alustakerrokset 2, joihin muodostetaan sähköiset johdotukset ja optiset kanavat. Piirilevyn taittaminen kotelon edellyttämään muotoon voidaan toteuttaa muotin avulla, jolla muodostetaan myös muut tarvittavat pintakuviointit. Ainakin ulommaisena kerroksena on tällöin kestopuovikerros, jossa on laitekotelolle haluttu ulkonäkö ja muoto. Ulommaisessa kerroksessa voi olla myös optisia ka-

- navia esim. koristeellisten valokuvioiden aikaansaamiseksi, näppäinten ja/tai näytön valaistuksen toteuttamiseksi jne. Lisäksi kotelossa voi olla optisesta aineesta valmistettu ikkuna sellaisissa laitteissa, joissa käytetään näyttöä tietojen esittämiseksi laitteen käyttäjälle. Ikkunan ei tarvitse olla koko kotelon läpäisevä, vaan näyttö voidaan kiinnittää suoraan johonkin kotelon muodostavan piirilevyn alustakerrokseen. Tämän alustakerroksen päälle tuleviin alustakerroksiin muodostetaan aukko, ja esim. päällimmäiseen alustakerrokseen muodostetaan ikkuna.
- 5
- 10 Keksinnön mukaisessa piirilevyssä voi yksi tai useampi alustakerros 2 olla kokonaisuudessaankin optisena kerroksena. Tämän optisen kerroksen pintaan voidaan suoraan muodostaa myös johdotukset tarvittaessa.
- 15 On selvää, että nyt esillä olevaa keksintöä ei ole rajoitettu ainoastaan edellä esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan sitä voidaan muunnella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset:

1. Piirilevy (1), jossa on ainakin yksi alustakerros (2) ja ainakin yksi optinen kanava (3), **tunnettu** siitä, että ainakin yksi piirilevyn alustakerros (2) on muodostettu muovista, ja alustakerroksen (2) muotoilussa on käytetty muottia, että alustakerrokseen (2) on muotoiltu optisen kanavan muotoa olennaisesti vastaava muoto, ja että optinen kanava (3) on muodostettu mainittuun alustakerrokseen muotoiltuun muotoon.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että muovista valmistettuun alustakerrokseen on muodostettu ainakin yksi optinen kanava (3), joka on valmistettu materiaalista, joka on asetettavissa optisia signaaleita johtavaan olomuotoon, ja jonka materiaalin lämpölaajenemiskerroin olennaisesti vastaa alustakerroksen valmistuksessa käytetyn kestopuovin lämpölaajenemiskerrointa.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että alustakerroksessa (2) käytetty muovi on kestopuovia.
4. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että piirilevyn ainakin yksi alustakerros (2) ja/tai sen yhteyteen muodostettu optinen kanava (3) on valmistettu ruiskuvalamalla.
5. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että piirilevyn ainakin yksi alustakerroksen (2) muotoilu on suoritettu kuumapainolla.
6. Jonkin patenttivaatimuksen 1—5 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että piirilevyn ainakin yhteen alustakerrokseen (2) muodostettu optinen kanava (3) käsittää ainakin yhden kääntörakenteen (4) optisten signaalien kulkusuunnan muuttamiseksi.
7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että optinen kanava (3) käsittää kaksi päätepistettä, ja että optinen kanava (3) on järjestetty johtamaan optisia signaaleita mainittujen päätepisteiden välillä.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että mainittu kääntörakenne (4) on muodostettu molempien päätepisteiden yhteyteen.

5

9. Patenttivaatimuksen 6 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että mainittu optinen kanava (3) on piirilevyn (1) päätasossa olennaisesti ellipsin muotoinen, jolloin ellipsimuodon polttopisteiden yhteyteen on muodostettu mainitut kääntörakenteet (4) optisten signaalien kulku-

10

10. Jonkin patenttivaatimuksen 6—9 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että mainitut kääntörakenteet (4) käsittävät viisteen, jolla optisten signaalien kulkusuuntaa on järjestetty muutettavaksi.

15

11. Jonkin patenttivaatimuksen 6—9 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että mainitut kääntörakenteet (4) on muotoiltu olennaisesti toisen tai korkeamman asteen käyrämuodon mukaiseksi.

20

12. Jonkin patenttivaatimuksen 6—9 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että mainitut kääntörakenteet (4) ovat olennaisesti ympyräkartioiden muotoiset.

25

13. Jonkin patenttivaatimuksen 1—12 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että optinen kanava (3) käsittää ainakin yhden ydinkerroksen (3.2) ja ainakin yhden kuorikerroksen (3.1).

30

14. Menetelmä piirilevyn (1) valmistamiseksi, jossa piirilevyyn (1) muodostetaan ainakin yksi alustakerros (2) ja ainakin yksi optinen kanava (3), **tunnettu** siitä, että ainakin yksi piirilevyn alustakerros (2) muodostetaan muovista, ja alustakerroksen (2) muotoilussa käytetään muottia, jolla alustakerrokseen (2) muotoillaan optisen kanavan muotoa olennaisesti vastaava muoto, ja että optinen kanava (3) muodostetaan alustakerrokseen muotoiltuun muotoon.

35

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kestopuovista valmistettuun alustakerrokseen on muodostetaan ainakin yksi optinen kanava (3), jonka valmistamisessa käytetään materiaalia, joka on asetettavissa optisia signaaleita johtavaan olomuotoon.
- 5 16. Patenttivaatimuksen 14 tai 15 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että alustakerroksen (2) muodostuksessa käytetään kestopuovia.
- 10 17. Patenttivaatimuksen 14, 15 tai 16 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että piirilevyn ainakin yksi alustakerros (2) ja sen yhteyteen muodostettu optinen kanava (3) valmistetaan ruiskuvalamalla.
- 15 18. Patenttivaatimuksen 14, 15, 16 tai 17 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että piirilevyn ainakin yksi alustakerros (2) ja sen yhteyteen muodostettu optinen kanava (3) valmistetaan kuumapainamalla.
- 20 19. Menetelmä piirilevyn (1) kerroksen valmistamiseksi jatkuvana prosessina, jossa piirilevyyn (1) muodostetaan ainakin yksi alustakerros (2) ja ainakin yksi optinen kanava (3), **tunnettu** siitä, että ainakin yksi piirilevyn alustakerros (2) muodostetaan puovista, ja alustakerroksen (2) muotoilussa käytetään muottia, jolla alustakerrokseen (2) muodostetaan optisen kanavan muotoa olennaisesti vastaava muoto.
- 25 20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että jatkuvana prosessina käytetään rullalta-rullalle -prosessia.
- 30 21. Patenttivaatimuksen 19 tai 20 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että optinen kanava (3) muodostetaan alustakerrokseen muotoiltuun muotoon.
22. Patenttivaatimuksen 19 tai 20 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että optisena kanavana (3) käytetään alustakerrokseen muotoiltua muotoa.

23. Jonkin patenttivaatimuksen 19—22 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että optisen kanavan muotoa olennaisesti vastaava muoto muodostetaan kuumapainamalla.

(57) Tiivistelmä

Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu piirilevyyn (1), jossa on ainakin yksi alustakerros (2) ja ainakin yksi optinen kanava (3). Piirilevyn (1) ainakin yksi alustakerros (2) on muodostettu muovista. Alustakerroksen (2) muotoilussa on käytetty muottia. Alustakerrokseen (2) on muodostettu optisen kanavan (3) muotoa olennaisesti vastaava muoto. Optinen kanava (3) on muodostettu mainittuun alustakerrokseen muodostettuun muotoon. Keksintö kohdistuu lisäksi menetelmään piirilevyn (1) valmistamiseksi sekä menetelmään piirilevyn valmistamiseksi jatkuvana prosessina.

Fig. 1

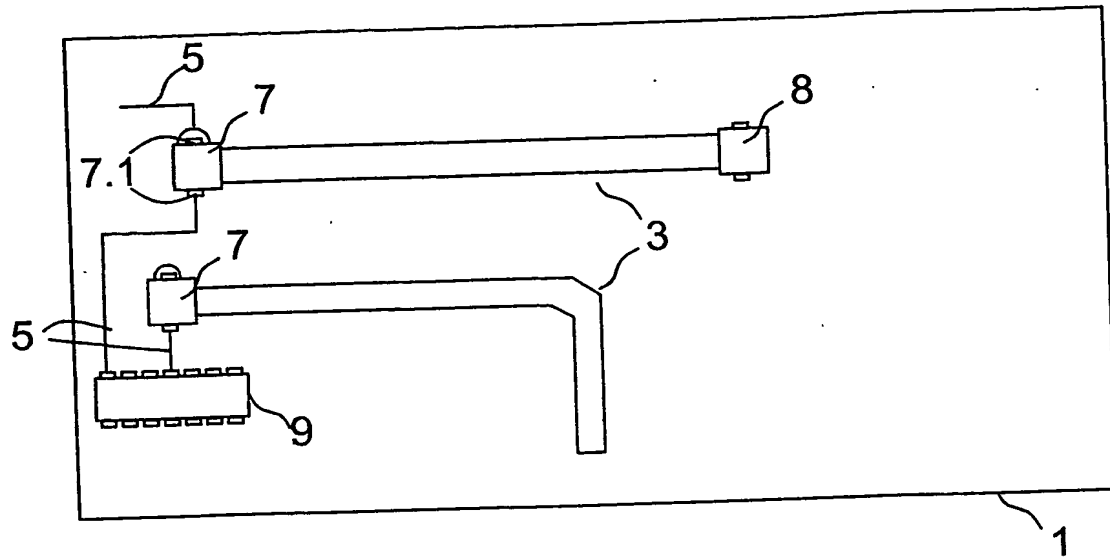


Fig. 1

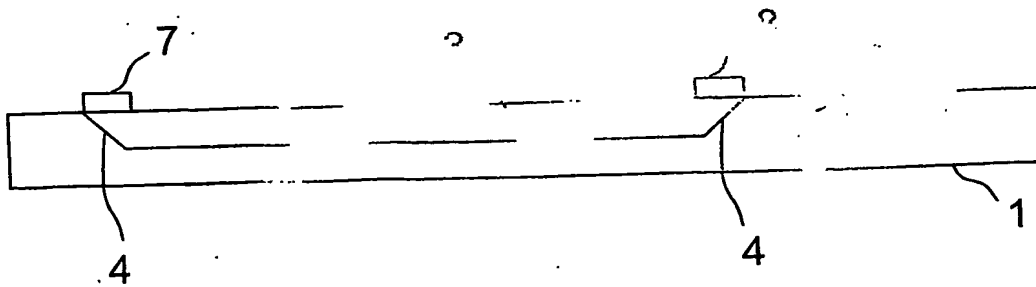


Fig. 2

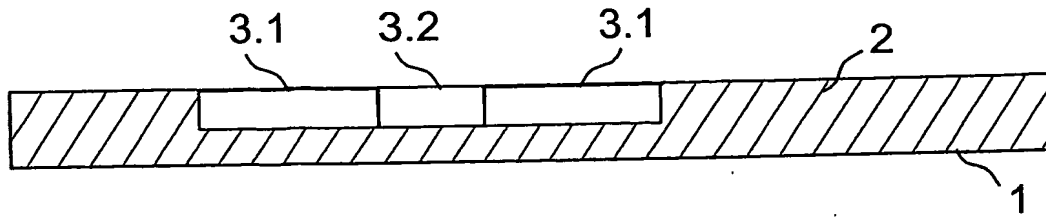


Fig. 3a

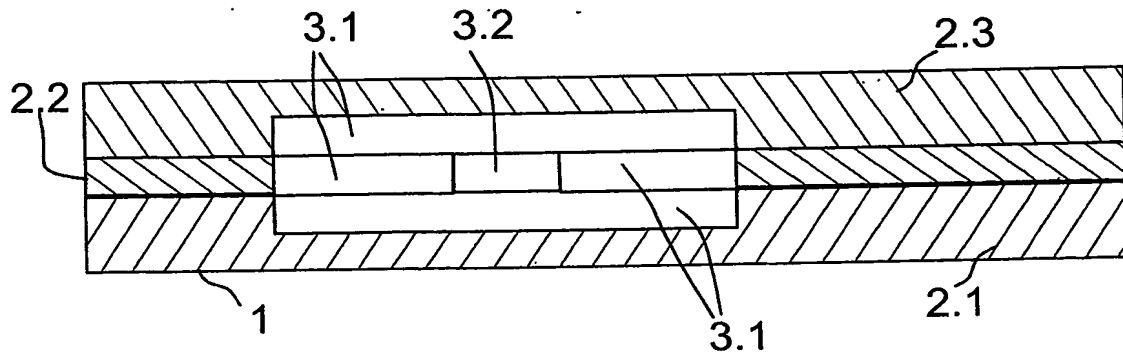


Fig. 3b

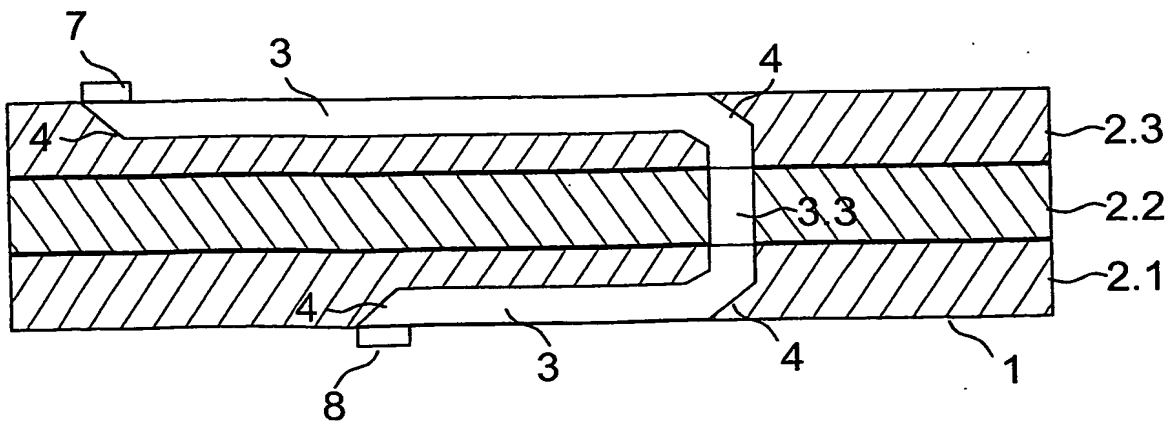


Fig. 3c

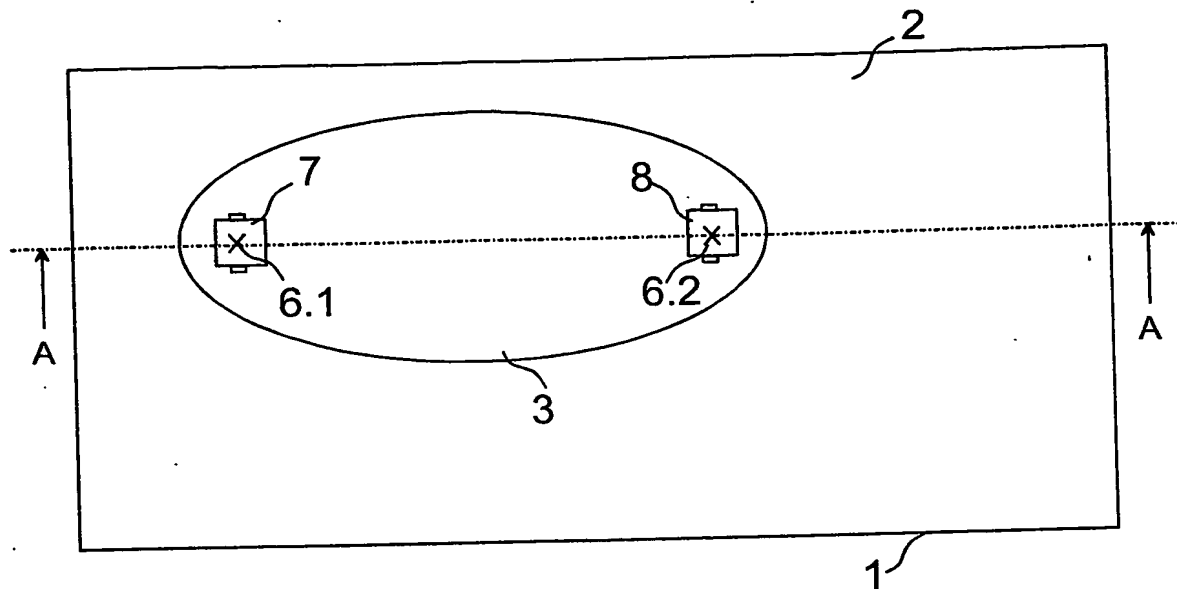


Fig. 4a

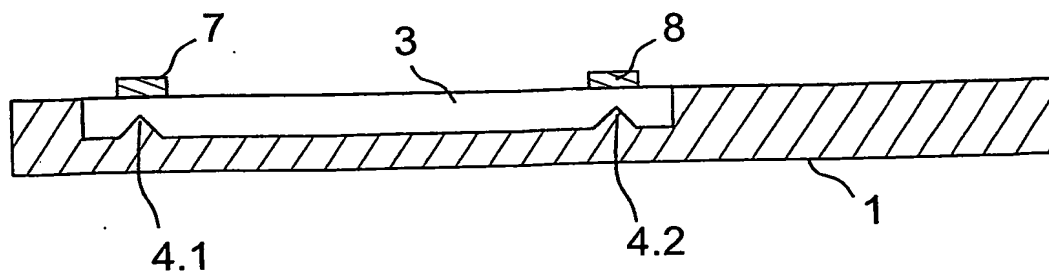


Fig. 4b

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FI04/050175

International filing date: 24 November 2004 (24.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FI
Number: 20035223
Filing date: 27 November 2003 (27.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 02 February 2005 (02.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.